



¹ Alunos do Curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão (EFVSA), Propriedade Terra Preta, S/N, Vitória de Santo Antão.

² Professora Doutora, EAFVSA, renancarlos_eaf@hotmail.com, Fone: (81) 3523-1130

RESUMO: Tem sido cada vez maior a preocupação ambiental com os resíduos gerados pelas atividades agroindustriais, tendo em vista que a disposição de tais resíduos no ambiente pode produzir efeitos deletérios ao mesmo. Neste contexto, ganha substancial interesse os estudos que buscam viabilizar soluções para reduzir o potencial poluidor dos resíduos, seja pelo desenvolvimento de tecnologias 'limpas' ou pela utilização alternativa destes resíduos. O resíduo da mandioca, chamado de manipueira tem elevado poder corrosivo devido ao baixo pH (<4,0) e apresenta grande potencial poluidor para os corpos hídricos graças as elevadas demandas bioquímica e química de oxigênio. Entretanto, apresenta apreciáveis quantidades de nutrientes, notadamente K e P, a maior parte na forma solúvel (Cereda, 1994; Mélo, 2004). A utilização alternativa da manipueira como fertilizante constitui-se uma opção viável, econômica e ecologicamente, sobretudo nas áreas onde se concentram as agroindústrias de farinha e fécula. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar as alterações de algumas características químicas de três solos com texturas diferentes causadas pela aplicação de doses crescentes de manipueira.

Palavras-chave: água residuária, mandioca, fertirrigação.

CHARACTERISTICS OF CHEMICAL CHANGES IN SOIL IN RESPONSE TO IMPLEMENTATION OF WASTEWATER

ABSTRACT: It has been a growing environmental concern with the waste generated by activities agricultural industries in view that the disposal of such waste in the environment may produce deleterious effects to it. In context, earn substantial interest the studies that seek viable solutions to reduce the potential polluter waste, either by developing technologies' clean 'or the alternative use of this waste. The residue of cassava, called manipueira has high power corrosion due to the low pH (<4.0) and offers great potential for polluting water bodies grace the high demands biochemical and chemical oxygen. Meanwhile, presents appreciable quantities of nutrients, notably K and P, the largest party in the soluble form (Cereda, 1994; Mélo, 2004). The use of alternative manipueira as fertilizer is to be a viable option, economically and environmentally, especially in areas where the agricultural industries are concentrated, flour and starch. Thus objective of this work is to evaluate the changes of some chemical characteristics of three soils with different textures caused by the application of increasing doses of manipueira.

Key-words: wastewater, manioc, fertigation

INTRODUÇÃO

A disposição no ambiente de resíduos gerados em atividades agroindustriais tem resultado em diversos problemas, como poluição de rios e do lençol freático, mortandade de peixes, abortos em vacas e gastrites em humanos. Tais problemas, juntamente com a conscientização da população em relação à importância da prevenção da poluição ambiental, levaram as autoridades a elaborar medidas efetivas para minimizá-la, medidas estas que incluem o tratamento desses resíduos e, ou, sua utilização como fertilizantes.

Alguns desses resíduos agroindustriais, tais como os dos laticínios, usinas de açúcar e álcool, fecularias e casas de farinha, apesar do seu alto potencial poluente, podem ser utilizados como fertilizantes, pois apresentam grandes quantidades de nutrientes (Mélo, 2004).

A manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento da mandioca. Quando da fabricação da farinha de mesa e de fécula se faz necessária a retirada da água de constituição das raízes, operação realizada por compressão. Essa extração é realizada com a finalidade de economizar combustível na secagem (Ponte, 1999). Esse processo gera, em média, 300 L de água residuária por tonelada de raízes processadas para produção de farinha (Fioretto et al., 1997) e mais de 600 L na produção de fécula (Cereda, 1990 citada por Leonel & Cereda, 1996).

Este efluente, de coloração amarelada, tem alto poder corrosivo devido ao fato de seu pH está geralmente abaixo de 4,0, sendo altamente poluidor, por apresentar elevadas demandas bioquímica e química de oxigênio (DBO e DQO). A matéria orgânica finamente particulada presente na manipueira, pode ser facilmente biodegradada no solo liberando apreciáveis quantidades de nutrientes, tornando-se um bom fertilizante denominado de “organo-mineral líquido” (Kiehl, 1985).

As alternativas de valorização do aproveitamento de resíduos em diversas atividades têm sido muito incentivadas, contribuindo para a redução da poluição e, muitas vezes, agregando valor aos produtos destas atividades. A experiência relatada por agricultores e pesquisadores mostra que os resíduos de mandioca, em especial a manipueira, podem apresentar efeitos herbicida, nematicida e inseticida (Cereda, 1994; Fioreto, 1994; Ponte, 1999; Silva et al., 2003).

Um trabalho pioneiro foi executado por Ponte et al. (1979), que evidenciaram o potencial da manipueira no controle de nematóides das galhas (*Meloidogyne spp.*) em plantas de quiabo (*Hibiscus esculentus* L.). Sena & Ponte (1982) repetiram o experimento com a cultura da cenoura (*Daucus carota* L.) em canteiros, verificando ser a manipueira eficiente nematicida, obtendo produção de cenoura 100% superior à obtida nos canteiros não tratados. Freire (2001) utilizou a manipueira no controle do oídio da serigueleira e verificou que pulverizações quinzenais foram suficientes para o controle do fungo.

Ponte & Franco (1983 citados por Cereda 1994) estudaram o efeito da manipueira sobre a população de rizóbio (*Rhizobium spp.*) e constataram um decréscimo populacional inversamente proporcional à quantidade de manipueira aplicada ao solo.

Fioretto (1994) estudando a viabilidade da aplicação da manipueira na cultura da mandioca e sua influência na fertilidade do solo além do efeito herbicida em plantas invasoras, obteve como resultados um aumento no teor de matéria orgânica e elevação da disponibilidade

de fósforo e potássio no solo quando aplicadas 80 e 160 m³ ha⁻¹ de manipueira, com uma redução entre 40 e 80% das plantas invasoras testadas.

A agricultura moderna exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais, que permitam conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente e com a elevação constante da produtividade das culturas (Raij, 1991). Quando esses insumos são aplicados acima da capacidade suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão poluir o solo e águas subterrâneas. Os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo (Costa et al., 1999).

Os aspectos abordados justificam a necessidade de mais pesquisas sobre o uso e manejo da manipueira como fertilizante, para que as aplicações sejam feitas de acordo com recomendações técnicas, levando-se em conta sua constituição, as características do solo e da cultura, com uma visão global das implicações no ecossistema.

MATERIAL E MÉTODOS

A manipueira utilizada foi coletada por ocasião do processamento de mandioca para produção de farinha, na casa de farinha da Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão em Pernambuco e sua caracterização pode ser encontrada em Mélo (2004).

As amostras dos solos utilizadas foram coletadas na camada superficial de 0-20 cm (Tabela 1). As análises físicas dos solos, antes e após o período de incubação, foram feitas de acordo com os métodos da EMBRAPA (1997), enquanto que as químicas foram realizadas conforme EMBRAPA (1999).

Para a incubação utilizou-se de amostras de 1 kg e cinco doses de manipueira. A dose inicial foi calculada de forma a acrescentar 50 kg ha⁻¹ de K, quantidade próxima daquela indicada para a cultura de milho em solo de fertilidade média (Vieira & Ramos, 1999). As doses subsequentes corresponderam a duas, quatro e seis vezes esse valor (Tabela 2).

Os tratamentos foram dispostos num delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema fatorial 3 x 5. Após 21 dias de incubação, os solos foram colocados para secar ao ar e passados novamente por peneira de malha de 2 mm.

Tabela 1. Caracterização dos solos utilizados

Característica	RQo ⁽¹⁾	LAd ⁽²⁾	LVA ⁽³⁾
Areia grossa (g kg ⁻¹)	660	350	190
Areia fina (g kg ⁻¹)	250	390	70
Silte (g kg ⁻¹)	20	90	40
Argila (g kg ⁻¹)	70	170	70

(1) Neossolo Quartzarênico órtico espódico A moderado (Itutinga); (2) Latossolo Amarelo distrófico típico textura média A moderado (Rosário); (3) Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico textura muito argilosa A moderado álico (mesoférico)

Tabela 2. Volumes de manipueira e de água utilizados e doses equivalentes de K aplicadas

Dose de K (kg ha ⁻¹)	0	50	100	200	300
Manipueira K (m ³ ha ⁻¹)	0	85	170	340	510
Água (m ³ ha ⁻¹)	510	425	340	170	0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos apresentaram diferenças nas respostas à aplicação das doses de manureira que podem ser atribuídas às características químicas e texturais dos mesmos (Tabela 3).

Os teores dos cátions básicos trocáveis e de P disponível aumentaram com as doses crescentes de manureira, mas com ajustes a modelos diferentes. Por exemplo, o K trocável aumentou exponencialmente com as doses crescentes de manureira aplicadas aos solos RQo e LAd, com aumento e ajuste do modelo quadrático para o solo LVAd. Já Na e Mg trocáveis aumentaram linearmente com as doses crescentes de manureira aplicadas aos solos.

Para o C orgânico, no solo RQo houve efeito quadrático com as doses crescentes de manureira. Não houve ajuste de modelo para o solo LAd e aumento linear para o solo LVAd. Por outro lado, o Al trocável diminuiu linearmente com as doses crescentes de manureira aplicadas ao solo LVAd.

Tabela 3. Equações de regressão entre doses de manureira aplicadas e os teores de cátions trocáveis, P disponível e pH

Equação	R ²	Equação	R ²
K trocável		P disponível	
$RQo: \hat{Y} = -1,13e0,0011x$	0,929**	$RQo: \hat{Y} = 9,1023 + 0,08x$	0,941**
$LAd: \hat{Y} = -0,8342e0,0008x$	0,956**	$LAd: \hat{Y} = 2,82e0,0021x$	0,999**
$LVAd: \hat{Y} = 0,1396 - 0,000002x + 0,0000008x^2$	0,814**	$LVAd: \hat{Y} = 1,7748 + 0,004x$	0,942**
Na trocável		C orgânico	
$RQo: \hat{Y} = 0,0595 + 0,0003x$	0,819*	$RQo: \hat{Y} = 7,154 - 0,033x + 0,00005x^2$	0,934**
$LAd: \hat{Y} = 0,1079 + 0,0003x$	0,968**	$LAd: \hat{Y} = \bar{Y} = 8,35$	
$LVAd: \hat{Y} = 0,0857 + 0,0004x$	0,891**	$LVAd: \hat{Y} = 12,582 + 0,0064x$	0,843*
Ca trocável		pH	
$RQo: \hat{Y} = 0,5328 + 0,0016x$	0,761**	$RQo: \hat{Y} = 5,1708 + 0,0021x$	0,974**
$LAd: \hat{Y} = \bar{Y} = 1,85$		$LAd: \hat{Y} = 5,7369 + 0,0014x$	0,999**
$LVAd: \hat{Y} = 0,8555 + 0,001x$	0,793*	$LVAd: \hat{Y} = 4,874 + 0,0009x$	0,963**
Mg trocável		Al trocável	
$RQo: \hat{Y} = 0,1477 + 0,0006x$	0,978**	$RQo: \hat{Y} = 6,765 - 0,0313x + 0,00004x^2$	0,874**
$LAd: \hat{Y} = 0,3816 + 0,0007x$	0,902**	$LAd: \hat{Y} = 1/(0,2786 + 0,00056x)$	0,937**
$LVAd: \hat{Y} = 0,3303 + 0,0008x$	0,955**	$LVAd: \hat{Y} = 2,9365 - 0,0018x$	0,875**

CONCLUSÕES

Observaram-se aumentos nos teores trocáveis dos cátions básicos, do P disponível e do pH para os três solos estudados.

Os teores de Al trocável diminuíram consideravelmente com aumento das doses de manureira aplicadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEREDA, M. P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174 p.

- COSTA, S. et al. Mobilidade de nitrato em coluna de solo sob condições de escoamento não permanente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 3, n. 2, p. 190-194, 1999.
- FIORETTO, R. A. Uso da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. (Ed.). *Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil*. São Paulo: Paulicéia, 1994. p. 51-80.
- FIORETTO, R. A., SANTOS, J. R.; BICUDO, S. J. Manipueira na fertirrigação: efeito sobre a produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.). *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v. 16, n. 2, p. 149-156, dez. 1997.
- FREIRE, F. C. O. Uso da manipueira no controle do oídio da seriguelira: resultados e preliminares. *Comunicado Técnico do Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical - EMBRAPA-CNPAT*, Fortaleza, n. 70, 2001.
- KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: CERES, 1985. 492 p.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P. Variabilidade de uso da manipueira como substrato de processo biológico. I: Caracterização do substrato armazenado a temperatura ambiente. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v. 15, n. 1/2, p. 7-14, nov. 1996.
- MÉLO, R. F. Avaliação das alterações físicas e químicas, distribuição e mobilidade dos íons em três solos tratados com manipueira. 2004. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2004.
- PONTE, J. J.; TORRES, J.; FRANCO, A. Investigações sobre uma possível ação nematicida da manipueira. *Fitopatologia Brasileira*, v. 4, p. 431-434, 1979.
- PONTE, J. J. Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola. Fortaleza: Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1999. 53 p.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres, 1991. 343 p.
- SENA, E. E; PONTE, J. J. A manipueira no controle da meloidoginose da cenoura. Piracicaba : Publicação da Sociedade Brasileira de Nematologia, v. 6. p. 95-98. 1982.
- SILVA, F. F. et al. Variação da carga orgânica do efluente de fecularia de mandioca. *Acta Scientiarum: Agronomy*. Maringá, v. 25, n. 1, p. 161-165, 2003.